

**Filip ČMIEL<sup>1</sup>, Radek FABIAN<sup>2</sup>**

**POSOUZENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ PANELOVÉ SOUSTAVY GOS TERMOVIZNÍM  
MĚŘENÍM**

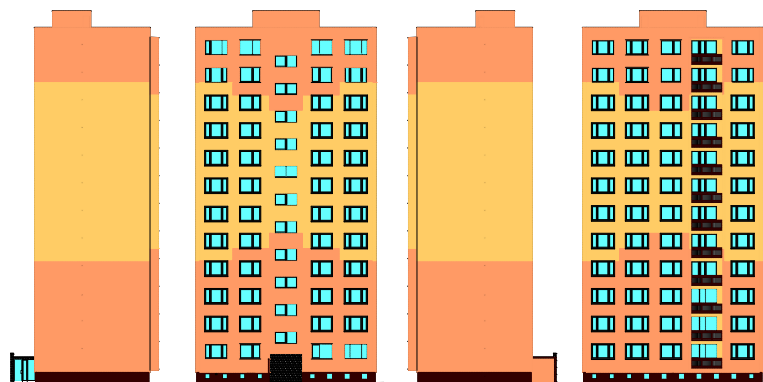
**ASSESSMENT OF ENVELOPE OF GOS PANEL SYSTEM MEASURED BY  
THERMOCAMERA**

**Abstrakt**

Termovizní kamera může být využita k posuzování obvodových plášťů budov. Tepelné mosty a jejich závažnost může být odhalena termokamerou. Využili jsme tato měření pro porovnání obvodového pláště dvou objektů stejné panelové soustavy, které byly rozdílným způsobem revitalizované.

**Abstract**

Thermocamera can be used for assessment of building envelope. Thermal bridges and their seriousness can be detected by thermocamera. We used these measurements for detection of cold bridges and then for assessment of improving steps on the building envelope. We used these measurements to compare envelope of two objects of the same panel system, which has been revitalized in different ways.



Obr.1: Příklad architektonického řešení (zateplený objekt GOS)

---

<sup>1</sup> Ing. Filip Čmiel, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 337, e-mail: filip.cmiel@vsb.cz.

<sup>2</sup> Ing. Radek Fabian, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 913, e-mail: radek.fabian@vsb.cz.

## 1 ÚVOD

Termovizní měření lze považovat za moderní způsob kontroly obvodových plášťů a detekce případných slabých míst - tepelných mostů. V dnešní době se stává termovizní měření standardem a v našem případě nám posloužilo ke zhodnocení efektivnosti provedených konstrukčních opatření u dvou objektů GOS-66 v Ostravě - Zábřehu.

## 2 POPIS OBJEKTU

Konstrukční panelová soustava GOS, která byla vyvinuta pro bytovou panelovou výstavbu na poddolovaném území, vycházela z konstrukční panelové soustavy G57. Bytové domy v této konstrukční panelové soustavě byly realizovány v letech 1964 – 1972, a to převážně na Severní Moravě (Ostrava, Bohumín, Frýdek – Místek, Havířov, Karviná). Konstrukční panelová soustava GOS byla stavěna ve variantách GOS-64, GOS-66 a GOS-„Bichler“.

Posuzované bytové domy provedené v konstrukční panelové soustavě GOS-66 na ul. Svornosti č. 55 a 57 v Ostravě – Zábřehu byly realizovány v roce 1968.

Jedná se o samostatně stojící neprůchozí bytové domy s 1 podzemním a 12 nadzemními podlažními, s celkovým počtem 36 bytových jednotek v jednom stavebním objektu. V 1.PP jsou situovány sklepní boxy, domovní vybavení a napojovací uzly sítí. V 1.NP – 12.NP se nacházejí bytové jednotky (Obr. 2).

Obě průčelí bytového domu konstrukční panelové soustavy GOS-66 jsou tvořena podélnými pásy parapetů a oken s meziokenními izolačními vložkami, které byly při výměně oken vyzděny z YTONGu. Východní průčelí je doplněno předsazenými lodžiami. Štíty jsou hladké. K vertikální dopravě slouží schodiště a osobní výtah. Strojovna výtahu je umístěna na střeše bytového domu. Předsazený vstup, vytvářející zádveř, do domu je ze západní strany.

## 3 POPIS STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Konstrukční panelová soustava GOS-66 je stěnový panelový příčný nosný systém v modulu 3,6 m a s konstrukční výškou podlaží 2,85 m. Obvodový plášť bytového domu je tvořen ve štítech a schodišti panely ze struskopemzobetonu tl. 300 mm a v průčelích plynosilikátovými parapetními pásy tl. 250 mm s oboustrannou omítkovou povrchovou úpravou.

Vnitřní nosné stěny jsou železobetonové tl. 200 mm. Příčky jsou železobetonové nebo struskopemzobetonové tl. 80 mm.

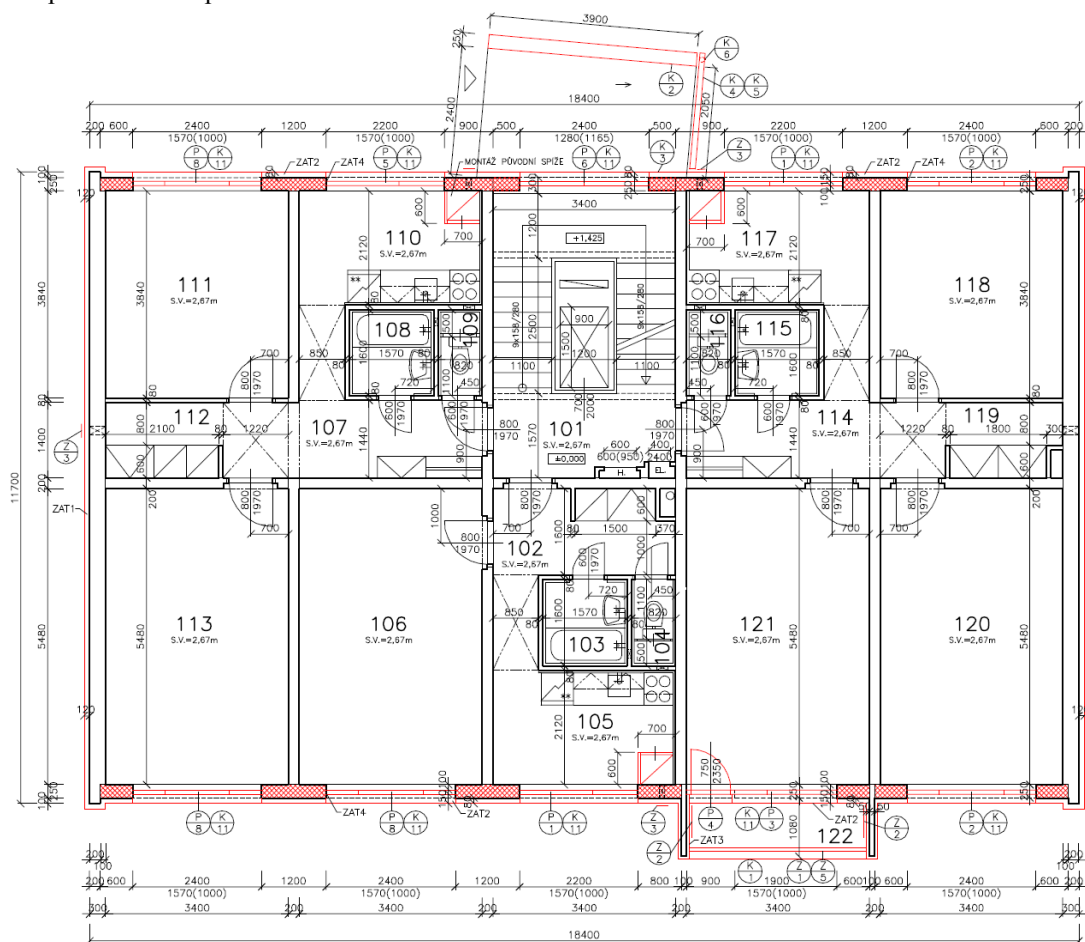
Stropy jsou tvořeny železobetonovými panely tl. 120 mm, které v sobě obsahují táhla k zachycení tahů, které mohou být způsobeny vlivy poddolovaného území.

Střešní konstrukce je řešena jako jednoplášťová nepochůzí plochá střecha, která je spádována k vnitřnímu střešnímu vtoku. Střešní souvrství se skládá z nosné vrstvy, kterou tvoří železobetonové stropní panely tl. 120 mm. Spádování střešní roviny je zajištěno škvárovým násypem ve spádu, na kterém spočívá tepelná izolace z plynosilikátových desek tl. 150 mm a následně na nich je položeno hydroizolační souvrství, které je tvoří dvě vrstvy IPA 500 SH, na které navazuje Bitagit a které je ukončeno modifikovaným pásem.

Podlahy v bytech nad suterénem byly provedeny na stropních železobetonových tl. 120 mm, na které byla položena tepelná izolace Fibrex tl. 15 mm, lepenka A 400H, cementový potěr a nášlapná vrstva tvořená vlysy (případně PVC).

Původní výplně otvorů v bytech byly tvořeny zdvojenými dřevěnými okny, balkónovými dveřmi a meziokenními izolačními vložkami. Ve vstupu ze zádveří do schodiště byla osazena jednoduchá kovová stěna s dveřmi bez přerušeného tepelného mostu prosklená jedním sklem. V prostoru schodiště byly osazeny jednoduchá kovová okna prosklená jedním sklem bez přerušeného

tepelného mostu. V suterénu byly osazeny jednoduchá kovová okna prosklená drátkosklem bez přerušeného tepelného mostu.



Obr. 2: Půdorys 1.NP (zateplený objekt GOS)

#### 4 POPIS STAVEBNÍCH ÚPRAV KONSTRUKCÍ

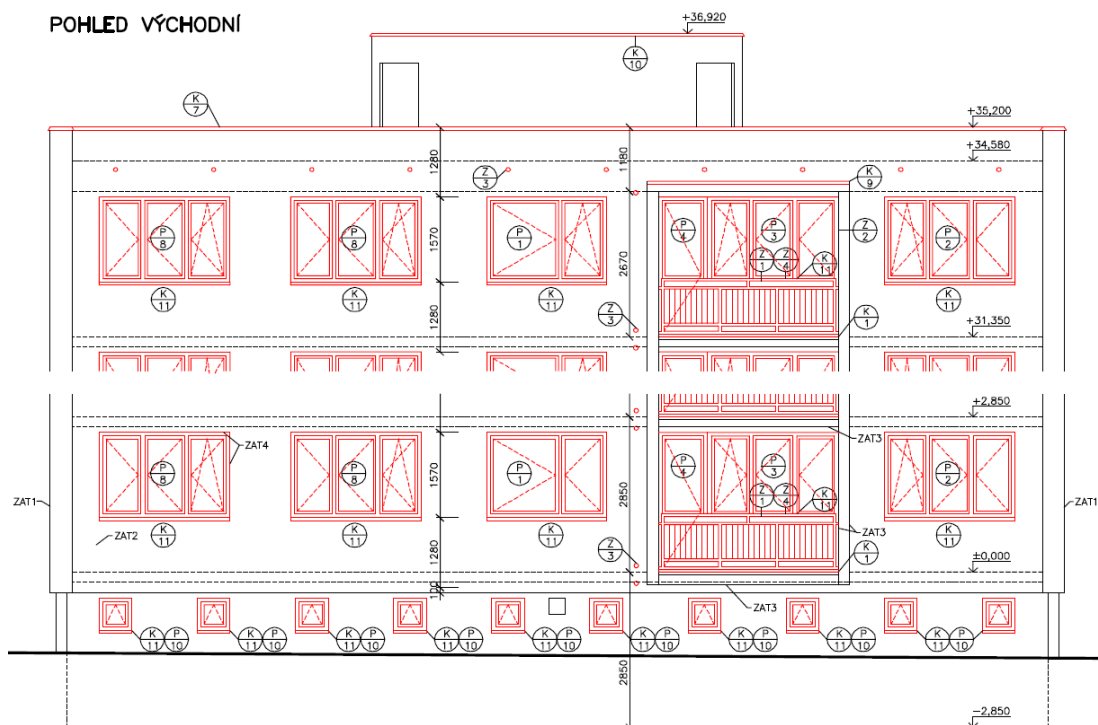
Úpravy měřeného objektu č. 55 spočívaly v demontáži meziokenních vložek kvůli výměně původních zdvojených dřevěných oken za nová plastová okna s izolačním dvojsklem, která mají  $U = 1,3 \text{ (W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}\text{)}$ .

Prostor původních meziokenních vložek bylo nutno vyzdít přesnými tvárnici Ytong P2-500 na tenkovrstvou zdící maltu. Vyzdívky mezi okny byly kotveny do úhelníků, kdy jedno rameno úhelníku bylo přichyceno k čelu panelu hmoždinkami a druhé rameno, které bylo pro lepší soudržnost s maltou perforováno, spočívalo v ložné spáře meziokenních vyzdívek. Na kotvení každé meziokenní vyzdívky bylo zapotřebí dvou úhelníků, kdy pro zajištění dilatačních pohybů se musela spára mezi vyzdívkou a nadpražím vyplnit pružným materiálem.

Konstrukční úpravy druhého měřeného objektu č. 57 spočívaly v rozšíření výše uvedených konstrukčních úprav následujícím způsobem. Výměna původních oken za plastová proběhla i v suterénu. Vstupní dveře, které měly být původně vyměněny za plastové, byly vyměněny za dveře v hliníkovém rámu, protože v blízkém okolí se plastová varianta vstupních dveří dobře neosvědčila.

Další úpravy bytového domu č. 57 spočívaly v zateplení obvodového pláště do výšky 22,5 m fasádním tepelným izolantem EPS 70 od firmy Rigips a tepelnou minerální izolací ROCKWOOL

FASROCK nad tuto výškovou úroveň. Ve štítech byla navržena tl. 120 mm, v průčelích tl. 80 mm a zateplení nosných stěn a podhledu lodžii tl. 40 mm (Obr. 3). Zateplení ostění a nadpraží otvorů se provedlo kontaktním systémem v tl. 20 mm. Upravila se i plochá nepochůzí střecha, kdy stávající střešní plášť byl doplněn o 150 mm tlustou vrstvu EPS tepelné izolace, na kterou se aplikoval modifikovaný asfaltový pás.



Obr. 3: Pohled východní – průčelí (zateplený objekt GOS)

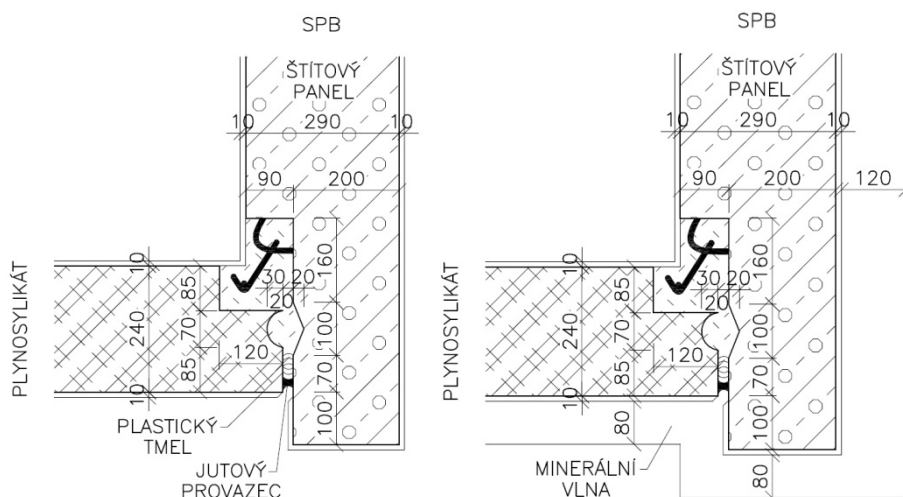
V interiéru se zateplování minerálními izolačními deskami ROCKWOOL FASROCK tl. 40 mm týkalo jen podhledu suterénu, a to jen v místech nacházejících se pod byty. Své konstrukční úpravy se dočkal i hlavní vstup do bytového domu, která spočívala ve vybourání stávajících výplní otvorů s následným dozděním části obvodové stěny z přesných tvárnic YTONG na tenkovrstvou zdíci maltu. Po vybourání hlavního vstupu byla severní část vstupu nahrazena příčkou RIGIPS na kovové konstrukci.

## 5 POPIS MĚŘENÍ

Termovizní měření proběhla současně za stejných podmínek na těchto dvou výše popsaných upravených bytových domech konstrukční panelové soustavy GOS-66 na ul. Svornosti.

Panelové objekty jsou obecně vnímány jako problémové z hlediska výskytu plísní na vnitřních površích obvodových konstrukcí. Svou roli hrají nejen uživatelé svým chováním, ale i nedostatky samotné konstrukce, které jsou zejména způsobeny použitím dílců vyšší objemové hmotnosti, a tedy i vyšší tepelné vodivosti (například struskopemzobeton).

Při modelování a měření jsme se zaměřili na detail styku dvou obvodových stěnových panelů, kdy se jedná o svislý styk struskopemzobetonového štítového panelu s plynosilikátovým parapetním panelem v průčelí (Obr. 4). V případě upraveného objektu jsme se zaměřili na část obvodové konstrukce, která byla zateplena minerální vlnou.



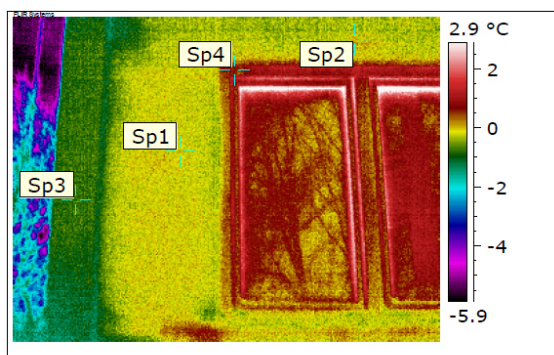
Obr. 4: Detail vodorovného řezu původního a zatepleného styku obvodových stěnových panelů

Termovizní měření se provedlo 3.2.2010 dopoledne mezi 8 až 9 hodinou. Obloha byla zatažená. Venkovní teplota dosáhla  $-2^{\circ}\text{C}$  a relativní vlhkost venkovního vzduchu byla 80 %.

Teplota vnitřního vzduchu v měřených bytech se pohybovala mezi  $+21$  až  $+23^{\circ}\text{C}$  a relativní vlhkost vnitřního vzduchu dosahovala hodnot kolem 50 %.

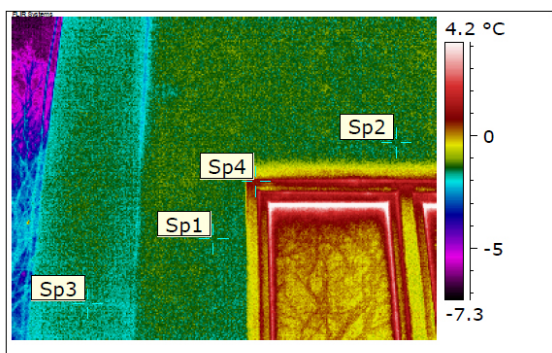
#### 4 VÝSTUPY Z MĚŘENÍ

Na obrázku 5 a 6 lze vidět povrchovou teplotu předsazeného obvodového pláště štitové stěny ze struskopemzobetonu tl. 300 mm (Sp3), plynosilikátového parapetního pásu tl. 250 mm (Sp2) a meziokenních vložek z YTONGu tl. 250 mm (Sp1). S tím rozdílem, že druhý objekt je kontaktně zateplený. Výrazně vyšší povrchové teploty a tím i větší úniky tepla jsou na obrázku 5.



Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	$-2.0^{\circ}\text{C}$
Label	Value
Sp1	$0.1^{\circ}\text{C}$
Sp2	$0.2^{\circ}\text{C}$
Sp3	$-0.9^{\circ}\text{C}$
Sp4	$0.5^{\circ}\text{C}$

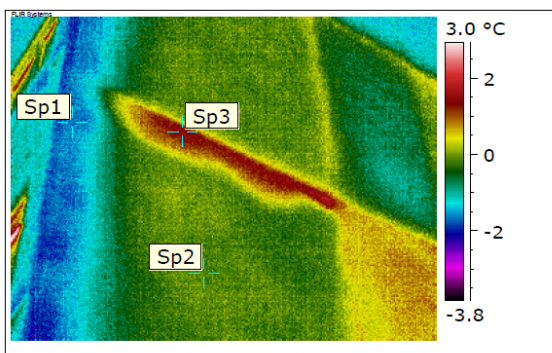
Obr. 5 Termovizní snímek – západní pohled (nezateplený objekt GOS)



Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	-2.0 °C
Label	Value
Sp1	-1.5 °C
Sp2	-1.6 °C
Sp3	-1.9 °C
Sp4	0.6 °C

Obr. 6: Termovizní snímek – západní pohled (zateplený objekt GOS)

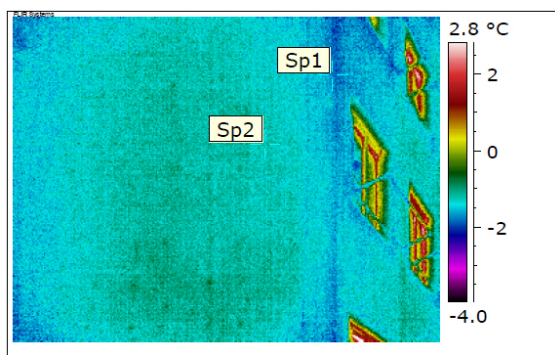
Obvodový plášť bytového domu (obr. 7 a 8) tvoří ve štítech panely ze struskopemzobetonu tl. 300 mm. Na nazatepleném objektu lze pozorovat nejen vyšší povrchové teploty, ale i tepelný most u styku panelů ve štítu (Sp3).



Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	-2.0 °C
Label	Value
Sp1	-1.6 °C
Sp2	-0.1 °C
Sp3	1.6 °C

Obr. 7: Termovizní snímek – severní pohled (nezateplený objekt GOS)

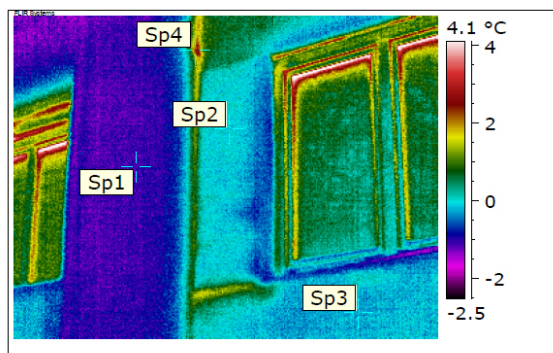




Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	-2.0 °C
Label	Value
Sp1	-1.9 °C
Sp2	-1.4 °C

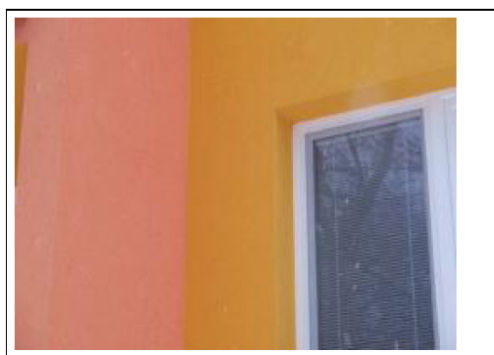
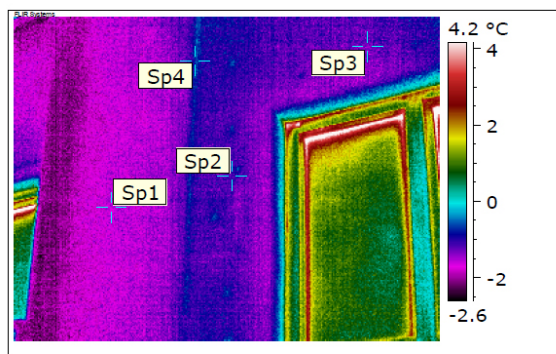
Obr. 8: Termovizní snímek – severní pohled (zateplený objekt GOS)

Východní průčelí (obr. 9 a 10) je členěno svislým pásem předsazených lodžií. Opět na nazatepleném objektu lze pozorovat tepelný most v koutě lodžie, kde bylo naměřeno +2,5 °C (Sp4).



Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	-2.0 °C
Label	Value
Sp1	-1.2 °C
Sp2	0.0 °C
Sp3	-0.1 °C
Sp4	2.5 °C

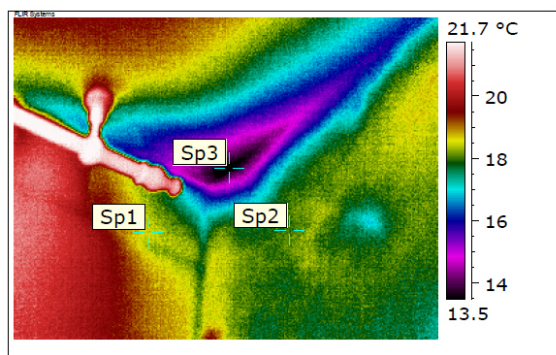
Obr. 9: Termovizní snímek – východní pohled (nezateplený objekt GOS)



Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	-2.0 °C
Label	Value
Sp1	-1.8 °C
Sp2	-1.3 °C
Sp3	-1.5 °C
Sp4	-0.7 °C

Obr. 10: Termovizní snímek – východní pohled (zateplený objekt GOS)

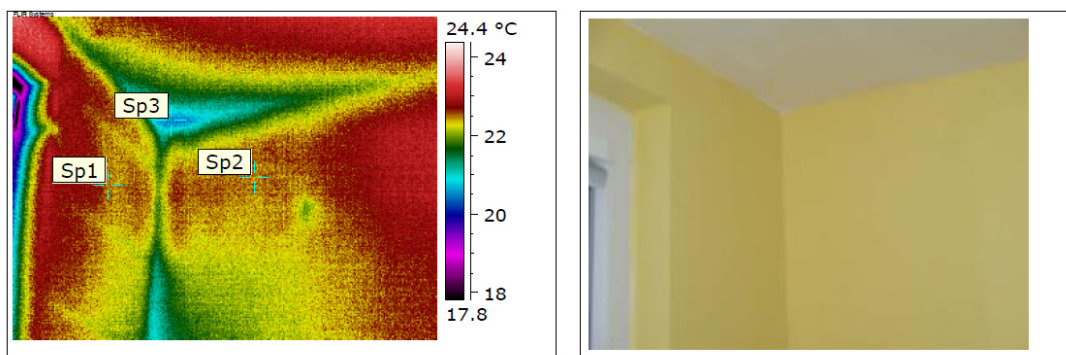
Na posledních dvou termogramech z interiéru (obr. 11 a 12) máme jihovýchodní kout (kontakt stropu a obvodových zdí). Jedná se o styk obvodového panelu ze struskopemzobetonu (Sp2) a meziokenních vložek z YTONGu (Sp1). Jsou patrné výrazně nižší teploty v koutu, což může mít za následek povrchovou kondenzaci vodní páry v daném místě a vznik plísní.



Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	22.0 °C
Label	Value
Sp1	18.3 °C
Sp2	17.9 °C
Sp3	13.2 °C

Obr. 11: Termovizní snímek – interiér (nezateplený objekt GOS)





Object Parameter	Value
Atmospheric Temperature	23.0 °C
Label	Value
Sp1	22.4 °C
Sp2	22.2 °C
Sp3	20.6 °C

Obr. 12: Termovizní snímek – interiér (zateplený objekt GOS)

## 5 ZÁVĚR

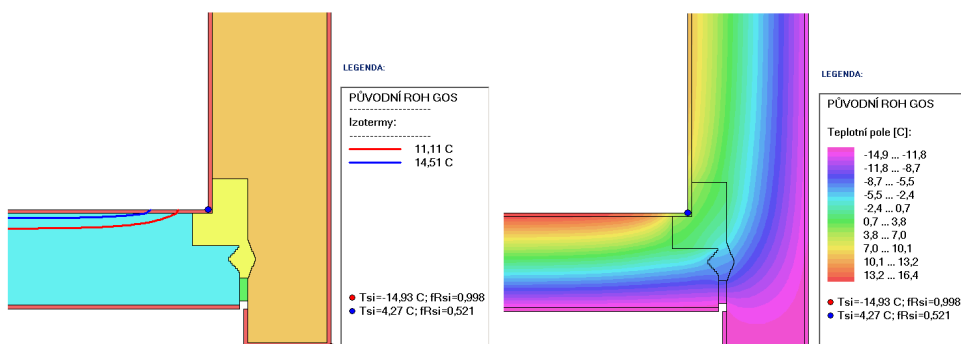
Pro lepší porovnatelnost a představu závažnosti nedostatků tohoto detailu byly provedeny modelace v softwaru AREA 2009 (viz. Tab. 1). Modelace prokázaly závažné nedostatky tohoto detailu v původním provedení (Obr. 13 a 14), kdy ve vnitřním koutu byla pro normové okrajové podmínky nejnížší povrchová teplota jen +4,27 °C, takže došlo i k překročení teploty rosného bodu, která pro dané podmínky činí +11,11 °C.

Tab. 1 Okrajové podmínky

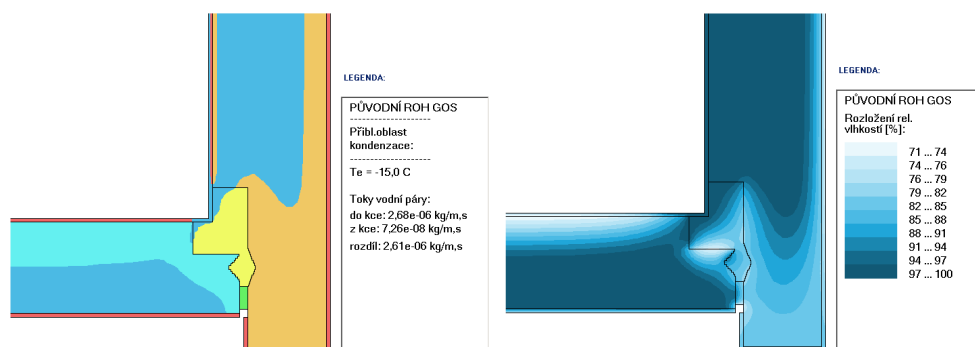
Návrhová venkovní teplota $\theta_{ae}$ [°C]	-15
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	+21
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu	84
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i$	55
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru $R_{si}$	0,13
Dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot	0,25
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se}$	0,04
Dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot	0,04

Na obrázku 13 a 15 (v levé části) modrá izoterma reprezentuje kritickou vnitřní povrchovou teplotu, kdy v bezprostředním okolí vnitřního povrchu konstrukce je dosaženo kritické 80% relativní vlhkosti vzduchu, což je kritérium, kdy vzniká riziko růstu plísní. Červená izoterma nám vykresluje dosažení teploty rosného bodu v konstrukci, kde je relativní vlhkost u povrchu 100% a při poklesu pod tuto hodnotu dochází ke kondenzaci.

Z předchozích dvou obrázků (Obr. 13 a 15) je zřejmé, že struskopemzobetonový panel nedosahuje z hlediska tepelné techniky požadovaných parametrů, což se projevuje nižšími teplotami při vnitřním povrchu panelu.



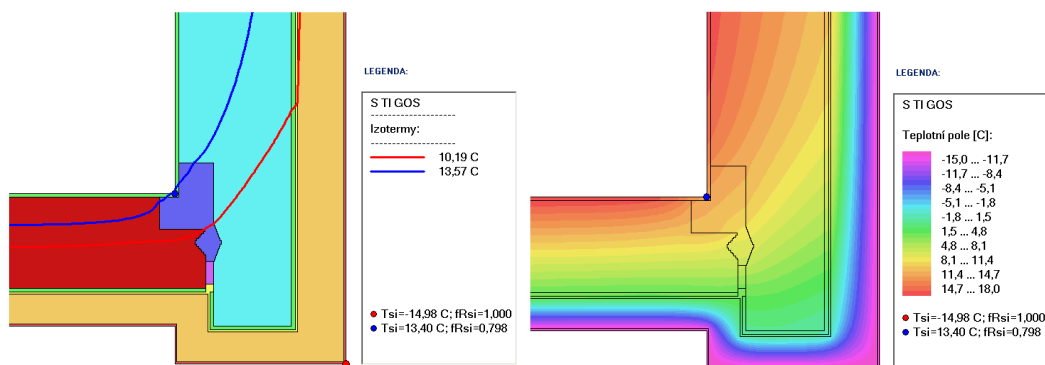
Obr. 13: Izotermie a teplotní pole (nezateplený objekt GOS)



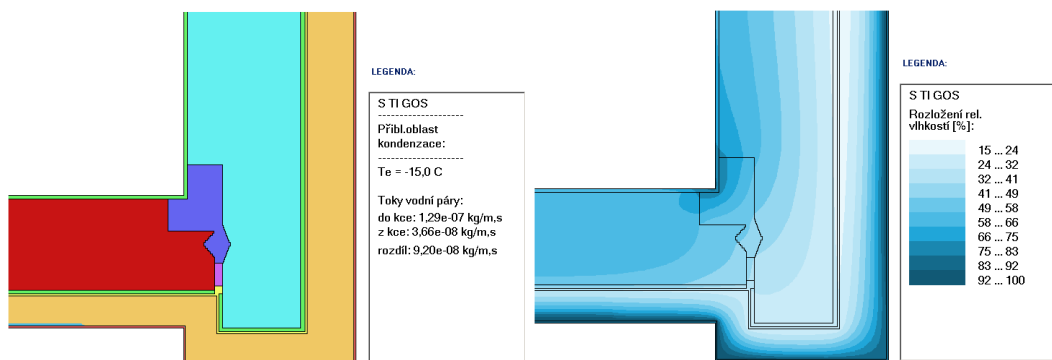
Obr. 14: Oblast kondenzace vlhkosti a rozložení relativní vlhkosti v konstrukci (nezateplený objekt GOS)

Na posledním obrázku, který se týká původního konstrukčního řešení (Obr. 14 – levá část) je patrná rozsáhlá kondenzační oblast v obou konstrukcích. Podle vlhkostní bilance v konstrukci vychází příznivě jen průřelový panel z plynosilikátu (viz. Tab. 2), zatímco struskopemzobetonový štitový panel dosahuje závažné negativní bilance zkondenzované a odpařené vodní páry z konstrukce.

Pro ověření, zda navrhovaná opatření budou efektivní, proběhly i pro upravený stav modelace ve výpočetním programu AREA 2009. Následně termovizní měření potvrdily výsledky z modelací.



Obr. 15: Izotermie a teplotní pole (zateplený objekt GOS)



Obr. 16: Oblast kondenzace vlhkosti a rozložení relativní vlhkosti v konstrukci (zateplený objekt GOS)

Na obrázku 15 je na první pohled vidět, že nedochází k vnitřní povrchové kondenzaci a jen v malé ploše ve vnitřním koutu hrozí riziko napadení povrchu plísněmi.

Nejnižší vypočtená povrchová teplota je  $+13,40\text{ °C}$ , což je o  $0,17\text{ °C}$  překročena mezní hodnota. Na obrázku 15 lze názorně vidět, že rozložení teplot v obou obvodových stěnových panelech je přibližně stejné. Jen u průčelí je pole teplot hustší, což je způsobeno celkově menší tloušťkou konstrukce v porovnání se štítem objektu.

Tab. 2 Tepelně technické posouzení konstrukčních úprav [Teplo 2009, Svoboda]

konstrukce	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$ [-]	$U \leq U_N$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	$M_c \leq M_{c,N}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	$M_c < M_{ev}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]
<b>PŮVODNÍ STAV GOS-66</b>				
PSK panely	$0,821 > 0,789$	$0,79 > 0,38$	$0,074 < 0,5$	$0,074 < 3,8253$
<b>Výsledek</b>	<b>Splněno</b>	<b>Nesplněno</b>	<b>Splněno</b>	<b>Splněno</b>
SPB panely	$0,649 < 0,789$	$1,71 > 0,38$	$7,0762 > 0,5$	$7,0762 > 2,1082$
<b>Výsledek</b>	<b>Nesplněno</b>	<b>Nesplněno</b>	<b>Nesplněno</b>	<b>Nesplněno</b>
<b>ZATEPLENÝ STAV GOS-66</b>				
PSK panely	$0,922 > 0,789$	$0,31 < 0,38$	$0,1268 > 0,1$	$0,1268 < 4,1635$
<b>Výsledek</b>	<b>Splněno</b>	<b>Splněno</b>	<b>Nesplněno</b>	<b>Splněno</b>
SPB panely	$0,926 > 0,789$	$0,29 < 0,38$	$0,0269 < 0,1$	$0,0269 < 4,1911$
<b>Výsledek</b>	<b>Splněno</b>	<b>Splněno</b>	<b>Splněno</b>	<b>Splněno</b>
$f_{Rsi}$	teplotní faktor vnitřního povrchu			
$f_{Rsi,N}$	požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu			
$U$	součinitel prostupu tepla			
$U_N$	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla			
$M_c$	roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce			
$M_{c,N}$	požadované roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce			
$M_{ev}$	roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce			

Markantní zlepšení navržených a provedených úprav lze vidět při porovnání velikosti a místa kondenzace v konstrukci podle obrázku 14 a 16. V původním provedení docházelo i k povrchové kondenzaci na vnitřním povrchu obvodové konstrukce, zatímco v upraveném stavu ke kondenzaci dochází jen při venkovním povrchu kontaktního zateplovacího systému.

Shrnutím termovizního měření a modelací v softwaru AREA 2009 se prokázalo, že zateplení stávajícího obvodového pláště u objektu GOS-66 na ul. Svornosti 57 v Ostravě – Zábřehu je z hlediska tepelné pohody a vlhkosti lepší řešení. U obou provedení se výměnou původních netěsnících dřevěných zdvojených oken za nová plastová okna zamezilo přirozené infiltraci vzduchu. Tím se v zimních měsících objevuje riziko zvýšení relativní vlhkosti v místnostech při nepravidelném větrání. Při výrazně nižších povrchových teplotách v interiéru nezatepleného objektu může v daném místě vznikat povrchová kondenzace vodní páry a tím i plísň.

## LITERATURA

- [1] WASSERBAUER, R. *Biologické znehodnocení staveb*. Praha: ABF,a.s., Nakladatelství ARCH. 2000. 280 s. ISBN 80-86165-30-2.
- [2] Paříková, J., Kučerová, I., *Jak likvidovat plísň*. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 2001. 100 s. ISBN 80-247-9029-7.
- [3] Šála, J. *Zateplování budov*. Praha: Grada Publishing, spol. s r. o., 2000. 176 s. ISBN 80-7169-833-4.
- [4] ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie. Praha: ČNI, 2005
- [5] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: ČNI, 2002
- [6] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: ČNI, 2007
- [7] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Navrhované hodnoty veličin. Praha: ČNI, 2005
- [8] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody. Praha: ČNI, 2005

### Oponentní posudek vypracoval:

Ing. Marek Tabašek, Ph.D. Energetický auditor, Záhumení 140, 747 64 Čavisov, okr. Ostrava-město.